

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



Docket No.: P2002,0821

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date indicated below.

By: Markus Nolff Date: January 27, 2004

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applic. No. : 10/675,772 Confirmation No: 6258
Applicant : Bettine Buechner, et al.
Filed : September 30, 2003
Art Unit : 2825

Docket No. : P2002,0821
Customer No. : 24131

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents,
P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119,
based upon the German Patent Application 102 45 621.6, filed September 30, 2002.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted
herewith.

Respectfully submitted,

Markus Nolff
For Applicant

Markus Nolff
Reg. No. 37,006

Date: January 27, 2004

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/av

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 45 621.6

Anmeldetag: 30. September 2002

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, München/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Übergabe einer Meßposition eines
auf einer Maske zu bildenden Strukturelementes

IPC: G 03 F, G 01 B, G 06 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Faust

Beschreibung

Verfahren zur Übergabe einer Meßposition eines auf einer Maske zu bildenden Strukturelementes

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übergabe wenigstens einer Meßposition eines auf einer Maske zur lithographischen Projektion zu bildenden Strukturelementes für die Messung einer charakteristischen Dimension.

10

Für die photolithographische Strukturierung von Halbleiterwafern zur Herstellung von integrierten Schaltungen werden Masken eingesetzt, deren auf ihnen angeordnete Strukturen auf die mit einer photoempfindlichen Schicht belackten Halbleiterwafer projiziert werden. Mit der stetigen Zunahme der Integrationsdichte von Strukturen in den Schaltungen nehmen zugleich die Breiten der auf den Masken zu bildenden Strukturelemente sowie die dabei einzuhaltenden Toleranzen ab. In gleichem Maße erhöhen sich die Anforderungen an die zu erreichende Lagegenauigkeit von Strukturelementen auf der Maske.

15

20

Durch die erhöhten Anforderungen und die zunehmende Komplexität der bei der Maskenherstellung einzuhaltenden Spezifikationen müssen stets ausgereifte Meßtechniken bzw. -strategien bereitgehalten werden. Beispielsweise reicht es heutzutage nur noch selten aus, bestimmte Meßmarken in den Randbereich einer Schaltung bzw. in den Rahmen zwischen den Schaltungen in einer geringen Zahl zu plazieren und zu einer Überprüfung der Einhaltung vorgegebener Spezifikationen an den vorab vereinbarten Positionen manuell zu suchen und auszumessen.

25

30

Vielmehr hat sich nun einerseits die Zahl der zu untersuchenden Objekte erheblich vergrößert und es wird notwendig, nicht mehr dedizierte Meßstrukturen, sondern die Strukturelemente der Schaltung selbst zu vermessen.

35

Strukturelemente, welche innerhalb eines Bereiches einer ersten Schaltungsebene mit einer besonders hohen Belegungsdichte angeordnet sind, könnten beispielsweise aufgrund eines kritischen Abstandes zu einem anderen Strukturelement einer anderen Schaltungsebene auf ihre Lagegenauigkeit hin zu untersuchen sein. Gerade wegen der hohen Belegungsdichte ist es aber nicht möglich, die Lagegenauigkeit mit Hilfe zusätzlicher Meßmarken, welche in der näheren Umgebung anzutreffen wären, zu messen. Liegt nun eine große Anzahl ähnlich geformter Strukturelemente vor wie etwa im Falle von Speicherbausteinen, so wird ein Auffinden genau der gesuchten Struktur für die Vermessung für einen Operator eines Meßgerätes nur erschwert möglich sein.

Bei der Messung von Breiten der Strukturelemente zur Überprüfung der Einhaltung von Toleranzen werden die z.B. in einem Rasterelektronenmikroskop gemessenen Breiten mit den aus den Schaltungsplänen ermittelten Breiten verglichen. Die Schaltungspläne werden von ersten Anwendereinheiten in dem Maskenherstellungprozeß erstellt, bei welchen es sich unter anderem um Designer handeln kann. Die von diesen Anwendereinheiten erstellten Schaltungspläne weisen im wesentlichen genau das Layout auf, welches von ihnen für die schließliche Bildung auf dem Halbleiterwafer gewünscht ist.

Um jedoch systematische Effekte, die bei der Übertragung eines Strukturelementes von einer Maske auf einen Wafer auf die Strukturbreiten bzw. -formen einwirken, ausgleichen zu können, werden die Strukturelemente auf der Maske oftmals mit Vorhalten (Bias) und/oder zusätzlichen Hilfsstrukturen (Optical Proximity Correction, OPC) versehen. Die Strukturbreiten müssen daher nicht unbedingt mit den tatsächlich auf den Masken gebildeten Breiten der Strukturelemente übereinstimmen.

Die Maskenfertigung wird als zweite Anwendereinheit in dem Fluß zur Herstellung einer Maske betrachtet. Sie erhält die Schaltungspläne in Form von Dateien, welche in einem standar-

disierten Dateiaustauschformat geliefert werden. Bekannte Formate sind das GDSII- oder CIF-Format. Üblicherweise wird in einem der Maskenfertigung vorgeschalteten Prozeß von einem sog. Fracturer der mehrere Ebenen umfassende Schaltungsplan von dem Dateiaustauschformat in die jeweils zur Herstellung der Maskenebenen notwendigen Steuerdateien für die Maskenbelichtungsgeräte aufgespalten. Die genannten Vorhalte und OPC-Korrekturen waren hierbei bereits einberechnet.

10 Von der Maskenfertigung als zweiter Anwendereinheit werden mehrere gleiche oder verschiedene solcher Steuerdateien, welche jeweils die Ebenen der Verdrahtungspläne umfassen, in sog. Jobdecks für die Belichtung der Maske zusammengefaßt.

15 Als dritte Anwendereinheit in dem Herstellungsprozeß ist die Metrologie mit der Vermessung des Strukturelementes befaßt. Sie führt die notwendigen Messungen zur Sicherstellung der Qualität innerhalb vorgegebener Toleranzen an den gewünschten Meßpositionen durch. Gemessen wird eine charakteristische Dimension des Strukturelementes wie etwa die Strukturbreite oder eine Lageabweichung gegenüber einem Vorgabewert (engl. Registration). Besonders in dem Fall, daß keine dedizierten Meßstrukturen vorgegeben sondern vielmehr Strukturelemente

20 der Schaltung zu vermessen sind, benötigt die dritte Anwendereinheit dahingehend Informationen, an welchen Meßpositionen Strukturelemente zu untersuchen sind.

25 Die von der Maskenfertigung einzuhaltenden Toleranzen wie auch die gewünschte Lage von Meßpositionen auf oder neben dem Chip werden im Regelfall von dem Kunden, etwa dem Hersteller der mit der Maske zu belichtenden Wafer vorgegeben. Da der ersten Anwendereinheit jedoch nur der Schaltungsplan vorliegt, kann sie diese Meßpositionen nur in den Koordinaten des Bezugssystems gerade dieser einen Schaltung vorgeben.

30 Bisher wurden diese Informationen beispielsweise mündlich oder per elektronischer Mail neben der Datei in dem standardisierten Format der zweiten Anwendereinheit zugestellt.

- Die zweite Anwendereinheit mußte aufgrund der Zusammenfassung der einzelnen Koordinatensysteme mehrerer Schaltungsebenen in ein neues, auf die Maske bezogenes Koordinatensystem die Meßpositionen umrechnen. Dabei war eine mögliche Rotation der einzelnen Schaltungspläne sowie die Spiegelung um die Y-Achse aufgrund der Anordnung bei der Projektion zu beachten. Dieses Vorgehen ist jedoch aufwendig und vor allem fehlerbehaftet, insbesondere dann, wenn diese Berechnungen manuell ausgeführt werden. Bei Designänderungen konnte es bisher vorkommen, daß Koordinatensysteme älterer Designstände beibehalten und übermittelt wurden, so daß falsche Angaben über zu messende Strukturelemente gemacht wurden.
- Eine an die dritte Anwendereinheit fehlerhaft übergebene Meßposition kann zu einer unbeabsichtigten Messung eines ähnlichen, jedoch nicht identischen Schaltungselementes auf der Maske führen. Ergeben sich dabei geringe, jedoch signifikante Unterschiede gegenüber den Breiten des entsprechenden Strukturelementes aus den Schaltungsplänen, so führt dies zu einem überflüssigen Ausfall der betreffenden Maske. Diese Unterschiede können von den nachträglich eingebrachten Vorhalten oder OPC-Korrekturen herrühren.
- Alternativ werden auch sogenannte Anflugpläne (Zoom-Ins) zwischen den Anwendereinheiten vereinbart, bei denen ausgehend von der globalen Anordnung der Strukturelemente mit Hilfe der Positionen von charakteristischen Strukturanordnungen auf der Maske mit dem Mikroskop immer tiefer in die Strukturanordnung auf der Maske hineinvergrößert wird, um schließlich das von beiden Anwendereinheiten vereinbarte Strukturelement für die Vermessung zu finden. Neben dem Aufwand, welches für die Absprachen zwischen den Parteien notwendig sind, um für jedes Layout neue Anflugpläne zu erstellen, verbraucht auch der Vorgang des Hineinvergrößerns selbst wertvolle Gerätezeit.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Qualität des Meßprozesses zu verbessern und ein Mittel bereitzustellen, mit welchem Fehler bei der Übermittlung von Meßpositionen an eine Metrologie-Anwendereinheit vermieden werden. Es

5 ist darüber hinaus die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Kosten des Maskenherstellungsprozesses zu reduzieren.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Übergabe wenigstens einer Meßposition eines auf einer Maske zur lithographischen Projektion zu bildenden Strukturelementes für die Messung einer charakteristischen Dimension in einem Mikroskop, umfassend die Schritte:

- Vorgeben eines Schaltungsplans mit dem zu bildenden Strukturelement in einer ersten Anwendereinheit,

15 - Transferieren des Schaltungsplans in eine Datei mit einem Format, bei welchem das zu bildende Strukturelement durch eine erste Dateninformation mit einer Zuordnung einer Position zu einer geometrischen Form und der wenigstens einen Ebene repräsentiert wird,

20 - Erzeugen einer zweiten Dateninformation in dem in die Datei transferierten Schaltungsplan,

- wobei der Meßposition der zweiten Dateninformation keine geometrische Form oder eine Form mit einer von der ersten Transparenz unterschiedlichen zweiten Transparenz zugeordnet wird,

25 - Übergabe des in die Datei transferierten Schaltungsplans mit der zweiten Dateninformation an eine zweite Anwendereinheit,

30 - Auslesen der Meßposition der zweiten Dateninformation innerhalb des mit der Datei übergebenen Schaltungsplans in der zweiten Anwendereinheit,

- Bilden einer Steueranweisung für ein Belichtungsgerät aus dem Schaltungsplan,

- Belichten der Maske mit dem Strukturmuster,

35 - Übergabe der Maske und der Meßposition an eine dritte Anwendereinheit zum Auffinden des Strukturelementes auf der

Maske an der Meßposition in einem Meßgerät und zur Messung der charakteristischen Dimension des Strukturelementes.

- Die Aufgabe wird desweiteren gelöst durch ein Verfahren zur
Übergabe eines Schaltungsplanes mit wenigstens einer Meßposition
eines auf einer Maske zur lithographischen Projektion zu
bildenden Strukturelementes für die Messung einer charakteristi-
schen Dimension, umfassend die Schritte:
- Vorgeben eines wenigstens eine erste Ebene umfassenden
Schaltungsplans mit dem zu bildenden Strukturelement in ei-
ner ersten Anwendereinheit,
 - Transferieren des Schaltungsplans in eine Datei mit einem
Format, bei welchem das zu bildende Strukturelement durch
eine erste Dateninformation umfassend eine Zuordnung einer
Position zu einer Form mit einem Inhalt repräsentiert wird,
wobei die erste Dateninformation der wenigstens einen Ebene
zugeordnet ist,
 - Erzeugen einer zweiten Ebene, der keine weitere zu bildende
Strukturelemente repräsentierende Dateninformationen zuge-
ordnet sind,
 - Erzeugen einer zweiten Dateninformation umfassend eine Zu-
ordnung einer Position zu einer geometrischen Form in dem
in die Datei transferierten Schaltungsplan in der zweiten
Ebene,
 - Übergabe des in die Datei transferierten Schaltungsplans
mit der zweiten Dateninformation an eine zweite Anwender-
einheit,
 - Auslesen der Meßposition der zweiten Dateninformation in-
nerhalb des mit der Datei übergebenen Schaltungsplans in
der zweiten Anwendereinheit,
 - Bilden einer Steueranweisung für ein Belichtungsgerät aus
dem Schaltungsplan,
 - Belichten der Maske mit dem Strukturmuster,
 - Übergabe der Maske und der Meßposition an eine dritte An-
wendereinheit zum Auffinden des Strukturelementes auf der
Maske an der Meßposition in einem Meßgerät und zur Messung
der charakteristischen Dimension des Strukturelementes.

Der vorliegenden Erfindung zufolge wird in eine den Schaltungsplan umfassende Austauschdatei ein virtuelles Strukturelement zu den auf einer Maske zu bildenden Strukturelementen des Schaltungsplans hinzugefügt, welches zwar eine Position 5 aufweist, jedoch in dem Prozeßfluß zu Herstellung der Maske zu keiner Abbildung in der Belichtung der Maske zugrundeliegenden Steueranweisung für einen Maskenschreiber führt.

10 Die Strukturelemente werden durch sogenannte Zellen bzw. In-
15 zen repräsentiert, welche durch verschiedene Formate
20 standardisierter Austauschdateien angeboten werden. Mittels solcher Formate werden zweidimensionale, üblicherweise in binärer Form vorliegende graphische Designdaten zwischen den Anwendereinheiten übermittelt. Die Zellen sind Dateninforma-
25 tionen, welche in einer hierarchischen Anordnung von graphi-
30 schen Strukturelementen gebildet werden. Sie können Zuordnungen von zweidimensionalen Positionen zu geometrischen Formen und deren Inhalten wie Farbwerte oder Transparenzen (hier Lichtdurchlässigkeiten) beinhalten. Beispiele sind Polygone, Text, Boxen, Felder etc.

25 Eine Zelle bzw. Dateninformation umfaßt eine Koordinatensystem, dessen Ursprung Koordinatenwerte in dem Koordinatensystem einer in der Hierarchie um eine Stufe höher angeordneten Zelle aufweist, also nur relativ zu dieser plaziert ist. Wird eine Zelle verändert, so verschieben sich automatisch alle in der Hierarchie unter ihr angeordneten Zellen mit, ohne daß Anpassungen der Koordinaten von Positionen oder der Formen vorgenommen werden müßten.

30 Die Elemente können ebenso wie die späteren Strukturmuster auf den Masken in Ebenen angeordnet werden.

35 Dies ist beispielsweise in dem standardisierten Dateiaus-
tauschformat GDSII der Firma Cadence Design Systems, Inc., San Jose, USA der Fall. Ein standardisiertes Dateiaus-
tauschformat liegt dann vor, wenn beide Parteien, der Versen-

der und der Empfänger, über das Format der Hinterlegung von Dateninformationen Vereinbarungen getroffen haben.

Einer ersten Ausgestaltung der Erfindung zufolge werden zu-
5 sätzlich zu den bisher verwendeten ersten Dateninformationen von Strukturelementen gemäß der vorliegenden Erfindung zweite Dateninformationen gebildet, welche anstatt von zu bildenden Strukturelementen nur Positionen, genauer: Meßpositionen, re-
10 präsentieren. Diese zweiten Dateninformationen werden derart ausgestattet, daß bei dem vom Fracturer durchgeföhrten Prozeß der Bildung einer Steueranweisung aus dem Schaltungsplan das durch die zweite Dateninformation repräsentierte Strukturelement nicht in die Steueranweisung aufgenommen, d.h. nicht auf der Maske in dem Belichtungsschritt strukturiert wird. Eine
15 Meßposition kann beispielsweise durch den Koordinatenursprung einer Zelle repräsentiert sein.

Dies wird erreicht, indem der mittels der in der zweiten Da-
teninformation definierten Position keine oder eine leere
20 Form zugeordnet wird. Keine Form wird ihr zugeordnet, indem beispielsweise in der Austauschdatei das betreffende Feld freigelassen wird. Eine leere Form wird ihr zugeordnet, indem eine Form bzw. der Position zugeordnete Transparenz gleich
25 derjenigen des Strukturhintergrundes gewählt wird. Bei hellen Strukturelementen auf dunklem Hintergrund ist die Transparenz opak, bei dunklen Strukturelementen auf hellem Hintergrund ist die Transparenz durchlässig.

Einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung zufolge wird die
30 zweite Dateninformation in einer zusätzlich eingefügten Ebene des Schaltungsplans plaziert. Diese Ebene wird im folgenden nicht weiter dazu verwendet, Strukturelemente auf Masken zu bilden. Der Fracturer bildet also keine Steueranweisungen für Maskenschreiber aus dieser zusätzlich eingefügten Ebene. Die
35 zweite Dateninformation repräsentiert ein virtuelles Struktu-
relement in dem Schaltungsplan, das wenn es auch mit einer geometrischen Form und einer den ersten Dateninformationen

entsprechenden Transparenz ausgestattet ist, nicht auf die Maske übertragen wird. Auch diese zweiten Dateninformationen dienen wie bei der ersten Ausgestaltung als Träger von Meßpositionen, welche ausgelesen werden können.

5

Um den Vorteil einer automatisierten Bearbeitung zu ermöglichen, können zu einer programmgesteuerten Erkennung dieser zweiten Dateninformationen gesonderte Bezeichnungen in der Datei vorgegeben werden, beispielsweise „XTARGET“. Mit Hilfe der zweiten Dateninformationen ist es nun möglich, durch die erste Anwendereinheit, d.h. etwa dem Designersteller, nach seinem Belieben Meßpositionen in dem Schaltungsplan zu definieren und zusammen mit dem Schaltungsplan in dem standardisierten Dateiaustauschformat der zweiten Anwendereinheit, beispielsweise der Maskenfertigung, zu übermitteln.

10

Vorteilhafterweise befinden sich die definierten Meßpositionen im wesentlichen an der Position oder in einer nahen Umgebung des kritischen Strukturelementes, welches zu vermessen ist. Die Umgebung ist derart umrissen, daß mittels eines Suchalgorithmus in einem Mikroskop ausgehend von der Meßposition eindeutig das an nächstliegender Position in Frage kommende Strukturelement, welches zu untersuchen ist, aufgefunden werden kann.

20

25

Anhand der Bezeichnung für die zweiten Dateninformationen können von der zweiten Anwendereinheit die Meßpositionen aus dem Schaltungsplan in dem hierarchischen Dateiaustauschformat ausgelesen werden. Ein besonderer Vorteil entsteht dadurch, daß diese Positionen notwendigerweise in der gleichen Hierarchie von Koordinatensystemen angegeben sind, wie jene durch die ersten Instanzen repräsentierten Strukturelemente. Eine Verunsicherung oder Fehler durch separat übermittelte Koordinaten in einem möglicherweise auf einem inzwischen geänderten Nullpunkt des Schaltungsplan oder untergeordneter Zellen bezogenen Koordinatensystems aufgrund beispielweise einer De-

signänderung oder eines Mißverständnisses bei der Vereinbarung etc. scheiden somit aus.

Insbesondere wird bei dem Zusammenstellen der Steueranweisung
5 für das Belichtungsgerät aus den einzelnen Verdrahtungsplänen, die auf der Maske abgelichtet werden sollen, der Abstand in X- und Y-Richtung der Nullpunktskoordinate des Schaltungsplanes zu der Nullpunktskoordinate des Maskenkoordinatensystems ausgegeben, so daß unter Berücksichtigung dieses Abstandes, aber ohne Wissen der exakten Lage der Nullpunktskoordinate in dem Schaltungsplan, die ausgelesenen Meßpositionen, d.h. ihre Koordinaten in solche des Maskenkoordinatensystems umgerechnet werden können, wobei die von der Maskenfertigung selbst durchgeführte Spiegelung und ggf. Rotation einberechnet werden können. Dieser Vorteil ergibt sich unmittelbar aus der hierarchischen Anordnung der Dateninformationen bzw. Zellen in dem Schaltungsplan.

Durch die erfindungsgemäßen zweiten Dateninformationen bzw.
20 Instanzen oder Zellen wird somit eine automatisierte Bearbeitung zur Übergabe der Meßpositionen an die dritte Anwendereinheit, die Metrologie, ermöglicht, wobei die durch diese zweiten Dateninformationen repräsentierten virtuellen Strukturelemente nicht als Strukturen auf der Maske gebildet werden.

Die Erfindung soll nun anhand eines Ausführungsbeispiels mit Hilfe einer Zeichnung näher erläutert werden. Darin zeigen:

30 Fig. 1 ein Flußdiagramm mit den an der Herstellung einer Maske beteiligten Anwendereinheiten,

Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel von zweiten Dateninformationen („Leerinstanzen“) in einem Schaltungsplan eines 256 Mb-Speicherbausteins (oben), mit einem vergrößerten Ausschnitt am Rande eines Speicherzellenfeldes (unten),

Fig. 3 ein Flußdiagramm des erfindungsgemäßen Beispiels zur Übergabe einer Meßposition zur CD-Messung in einem SEM.

5

Figur 1 zeigt ein Flußdiagramm mit den an der Herstellung einer Maske beteiligten Anwendereinheiten, wie sie im vorliegenden Dokument definiert sind. Es sind dies beispielsweise Designer als Ersteller der Schaltungspläne (erste Anwendereinheit 101), Maskenfertigungen als Produzenten der Masken aus den Schaltungsplänen (zweite Anwendereinheit 102) und die Qualitätssicherung bzw. Metrologie, die die gefertigten bzw. belichteten und prozessierten Masken kontrolliert und inspi-ziert (dritte Anwendereinheit 103).

15

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Übergabe einer oder mehrerer Meßpositionen ist nicht auf den Zweck der eigentlichen Vermessung im Rahmen der Qualitätssicherung beschränkt. Es können vielmehr auch Meßpositionen übergeben werden, um beispielweise Geräte zur Reparatur von Masken auf diese Positionen voreinzustellen. Auf die gefundenen und anschließend feinjustierten Positionen kann somit ein Laser- oder FIB-Strahl gerichtet werden, um auf der Maske lokal den gewünschten Effekt zu erzielen.

25

Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines von der ersten Anwendereinheit erstellten Schaltungsplans 10. Dargestellt ist im oberen Teil der Figur 2 ein 256 Mb - Speicherchip (in 0.14 µm - Technologie) mit vier Speicherzellenfeldern 12, welche durch sog. Splines bzw. die Steuerschaltungen in der Peripherie 16 getrennt sind. Wie im Ausschnitt des unteren Teils der Figur 2 zu sehen ist, befinden sich innerhalb des Speicherzellenfeldes 12 dichte Anordnungen von Strukturelementen 18. Gezeigt sind zwei übereinander angeordnete Ebenen: die Definition der aktiven Gebiete (active area, im folgenden „AA-Ebene“) bzw. der sie umschließenden flachen Isolationsgräben (STI) sowie die Bitleitungskontakte.

In dem Schaltungsplan 10 des Speicherzellenfeldes 12 sind jeweils sechs Meßpositionen 20 durch zweite Dateninformationen in einer Austauschdatei repräsentiert. Typischerweise werden 5 die Meßpositionen 20 von einem Endkunden, etwa dem Hersteller der mit der Maske zu belichtenden Wafer dem Designer als erster Anwendereinheit vorgegeben, der sie in der Austauschdatei plaziert. In dem Beispiel handelt es sich um das GDSII-Format der Firma Cadence Design Systems Inc., San Jose.

10

Der Schaltungsplan 10 weist ein eigenes erstes Koordinatensystem mit einem Nullpunkt auf. In dieses Koordinatensystem wird im Rahmen einer Zelle bzw. Instanz das zweite Koordinatensystem des Speicherzellenfeldes 12 plaziert, dessen eigener Nullpunkt ein Paar von Koordinatenwerten relativ zum ersten Bezugssystem des Schaltungsplanes 10 aufweist. In dieses zweite Koordinatensystem, d.h. der ersten dem Schaltungsplan untergeordneten Zelle werden einerseits Zuordnungen von Koordinaten zu geometrischen Formen plaziert, welche die auf der 15 20 Maske zu bildenden Strukturelemente 18 als Dateninformation repräsentieren.

25

Andererseits werden aber auch virtuelle, nicht auf der Maske zu bildende Strukturelemente in dem zweiten Koordinatensystem bzw. der untergeordneten Zelle als wiederum diesen untergeordnete Zellen als zweite Dateninformation plaziert. Der Nullpunkt dieses jeweils dritten Koordinatensystems wird als Meßpunkt 20 definiert. In dieser Zelle wird keine geometrische Form für das virtuelle Strukturelement festgelegt, d.h. 30 es findet keine Zuordnung einer geometrischen Form zu der Meßposition 20, hier dem Nullpunkt der Zelle der untersten Hierarchieebene, statt. Die Dateninformationen - oder Zellen - werden über einen Namen referenziert, welcher später zu einer selektiven Auswahl dieser Informationen in einer Suchfunktion dienen kann. Im Beispiel wird der Name „XTARGET“ 35 verwendet.

Zu Zwecken einer übersichtlichen Darstellung sind die mittels der Dateninformationen bezeichneten Elemente 20 in Figur 2 dennoch mit einer kleinen Fläche eingezeichnet.

5 Wie anhand des eingezeichneten Maßstab-Lineals im unteren Teil der Figur 2 dargestellt ist, werden einige der Meßpositionen 20 innerhalb 10 µm des Randbereiches des Speicherzellenfeldes plaziert. Hier kann es oftmals zu besonderen Problemen bei der Lithographie und den nachfolgenden Prozessen kommen, weshalb diese Positionen vorteilhaft zu vermessen
10 sind. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eines der active-area-Strukturelemente auf seine Breite (engl. critical dimension, CD) hin in einem Rasterlektronenmikroskop (scanning electron microscope, SEM) zu vermessen.

15

In den Figuren 3a und 3b ist ein Ablaufdiagramm der Sequenz zur Herstellung und Überprüfung einer Maske für das vorliegende Beispiel zu sehen.

20

Bevor der Schaltungsplan in dem beschriebenen, an den Maskenfertiger 102 versendbaren Austauschformat transferiert wird, ist er zunächst nach den dem Durchschnittsfachmann bekannten Methoden zu erstellen. Hierzu stehen eine Reihe bekannter Softwareprogramme zur Verfügung. Erst hieraus wird der Plan in die Datei mit dem vorzugsweise hierarchischen Austauschformat übersetzt, wo hinein die Dateninformationen als Repräsentanten der virtuellen Strukturelemente an den Meßpositionen 20 plaziert werden.

25

Die derart modifizierte Austauschdatei wird beispielsweise auf elektronischem Wege der Maskenfertigung 102 zugestellt. Hier findet zunächst eine Datenaufbereitung (engl.: data preparation) statt. Für jede Ebene der Austauschdatei wird eine Steueranweisung beispielsweise in dem im Stand der Technik bekannten MEBES-Format erstellt (das sog. „fracturen“), mit der die Anordnung der Strukturelemente 18 des Schaltungsplans 10 auf die mit einem photoempfindlichen Lack beschichtete

Maske übertragen werden können. Dabei werden auch Vorhalte aufgerechnet.

5 Mehrere solcher Steueranweisungen einer Ebene werden in einem Job Deck zusammengefaßt, in welchem die jeweiligen Ausrichtungen, Drehungen, Vergrößerungen, Spiegelungen, und Anordnungen relativ zu einem Maskenkoordinatensystem vorgenommen werden.

10 In einem parallelen Arbeitsgang werden aus der empfangenen Austauschdatei alle Dateninformationen mit der Bezeichnung „XTARGET“ von der zweiten Anwendereinheit 102 selektiert. Die Nullpunktskoordinaten werden jeweils ausgelesen und zu einer Berechnung der Meßpositionen 20 auf das erste Koordinatensystem der obersten Hierarchieebene des Schaltungsplans umgerechnet.

20 Das Maskenkoordinatensystem besitzt einen Nullpunkt. Durch die genannten Abbildungen des Koordinatensystems des Schaltungsplanes 10 auf die Maskenkoordinaten erhält man einen Offset der Nullpunktskoordinaten. Unter Berücksichtigung der mathematischen Abbildungen wie Drehung, Verschiebung, Spiegelung, Vergrößerung, Mehrfachplazierung von gleichartigen oder verschiedenen Schaltplänen werden die Koordinaten der Meßpositionen 20 auf das Bezugssystem der Maske umgerechnet.

25 Es wird also der Vorteil ausgenutzt, daß durch die relative Positionierung der Koordinatensysteme in dem jeweils um eine Hierarchieebene höhergelegenen Koordinatensystem die absoluten Koordinaten eines Elementes leicht wiedergewonnen werden können, auch wenn in den höheren Ebenen geometrische Änderungen vorgenommen werden - hier die Einbindung der Schaltungsplans in ein Maskenkoordinatensystem, welches einer nachträglich aufgesetzten Hierarchieebene entspricht. Beispielsweise werden Versionsänderungen, Shrinks, Korrekturen in der Schaltung bei der separaten mündlichen, elektronischen oder schriftlichen Angabe von absoluten Koordinaten möglicherweise nicht berücksichtigt, so daß Fehler auftreten können. Außer-

halb der Austauschdatei werden somit durch das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhaft reduziert.

Mit Hilfe der nun in Maskenkoordinaten vorliegenden Meßpositionen wird eine Meßvorschrift für das SEM erstellt. Vorbereitungen dazu können beispielsweise mittels geeigneter CAD-Software wie etwa das Programm „CATS“ (computer aided transcription system) der Firma Transcription Enterprise, a Numerical Technology Inc. Company, San Jose, erstellt werden. Dabei werden zunächst Suchparameter wie Größe und Form des Strukturelementes, eine Suchfenstergröße sowie die Anzahl der Schritte für eine Strukturerkennung (pattern recognition) durch das SEM bzw. dessen digitaler Bildverarbeitungseinheit eingestellt.

15

In einem weiteren Schritt werden die Meßpositionen 20 der zu untersuchenden Strukturelemente eingegeben, die von dem SEM angefahren werden müssen. Die gespeicherte und in eine SEM-lesbare Datei transferierte Meßvorschrift wird zuletzt der dritten Anwendereinheit 103, der Metrologie zugestellt.

Im allgemeinen sind die ersten und zweiten Anwendereinheiten logistisch in einem Fertigungsbereich zusammengefaßt. Es ist aber auch möglich, daß Masken von einem anderen Maskenhersteller zugesandt werden, um die Messungen durchzuführen. In einem solchen Fall kann beispielsweise die Erstellung der Meßvorschrift als Tätigkeit auch der dritten Anwendereinheit zugeordnet werden. Es steht dem Fachmann frei, einzelne Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens umzugruppieren und anderen Anwendereinheiten zuzuordnen, soweit bei diesen die technischen Möglichkeiten vorliegen, die Schritte durchzuführen.

Das SEM fährt die Meßposition 20 automatisch an, sucht in dem angegebenen Suchfenster nach einem nahegelegenen Strukturelement, welches mit den Suchparametern am nächsten übereinstimmt, und führt die Messung durch.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Übergabe wenigstens einer Meßposition eines auf einer Maske zur lithographischen Projektion zu bildenden

5 Strukturelementes für die Messung einer charakteristischen Dimension in einem Mikroskop, umfassend die Schritte:

- Vorgeben eines Schaltungsplans mit dem zu bildenden Strukturelement in einer ersten Anwendereinheit,
- Transferieren des Schaltungsplans in eine Datei mit einem Format, bei welchem das zu bildende Strukturelement durch eine erste Dateninformation mit einer Zuordnung einer Position zu einer geometrischen Form und der wenigstens einen Ebene repräsentiert wird,
- Erzeugen einer zweiten Dateninformation in dem in die Datei transferierten Schaltungsplan,
- wobei der Meßposition der zweiten Dateninformation keine geometrische Form oder eine Form mit einer von der ersten Transparenz unterschiedlichen zweiten Transparenz zugeordnet wird,
- Übergabe des in die Datei transferierten Schaltungsplans mit der zweiten Dateninformation an eine zweite Anwendereinheit,
- Auslesen der Meßposition der zweiten Dateninformation innerhalb des mit der Datei übergebenen Schaltungsplans in der zweiten Anwendereinheit,
- Bilden einer Steueranweisung für ein Belichtungsgerät aus dem Schaltungsplan,
- Belichten der Maske mit dem Strukturmuster,
- Übergabe der Maske und der Meßposition an eine dritte Anwendereinheit zum Auffinden des Strukturelementes auf der Maske an der Meßposition in einem Meßgerät und zur Messung der charakteristischen Dimension des Strukturelementes.

2. Verfahren zur Übergabe eines Schaltungsplanes mit wenigstens einer Meßposition eines auf einer Maske zur lithogra-

phischen Projektion zu bildenden Strukturelementes für die Messung einer charakteristischen Dimension, umfassend die Schritte:

- Vorgeben eines wenigstens eine erste Ebene umfassenden Schaltungsplans mit dem zu bildenden Strukturelement in einer ersten Anwendereinheit,
- Transferieren des Schaltungsplans in eine Datei mit einem Format, bei welchem das zu bildende Strukturelement durch eine erste Dateninformation umfassend eine Zuordnung einer Position zu einer Form mit einem Inhalt repräsentiert wird,
- wobei die erste Dateninformation der wenigstens einen Ebene zugeordnet ist,
- Erzeugen einer zweiten Ebene, der keine weitere zu bildende Strukturelemente repräsentierende Dateninformationen zugeordnet sind,
- Erzeugen einer zweiten Dateninformation umfassend eine Zuordnung einer Position zu einer geometrischen Form in dem in die Datei transferierten Schaltungsplan in der zweiten Ebene,
- Übergabe des in die Datei transferierten Schaltungsplans mit der zweiten Dateninformation an eine zweite Anwendereinheit,
- Auslesen der Meßposition der zweiten Dateninformation innerhalb des mit der Datei übergebenen Schaltungsplans in der zweiten Anwendereinheit,
- Bilden einer Steueranweisung für ein Belichtungsgerät aus dem Schaltungsplan,
- Belichten der Maske mit dem Strukturmuster,
- Übergabe der Maske und der Meßposition an eine dritte Anwendereinheit zum Auffinden des Strukturelementes auf der Maske an der Meßposition in einem Meßgerät und zur Messung der charakteristischen Dimension des Strukturelementes.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
35 dadurch gekennzeichnet, daß

die Meßposition in einer Umgebung der Position der ersten Dateninformation des auf der Maske zu bildenden Strukturelementes liegt.

5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
die erste und die zweite Dateninformation jeweils als Zellen
in einer hierarchischen Struktur von Zellen angeordnet sind,
wobei

10 - jede der Zellen ein eigenes Koordinatensystem mit einer
Nullpunktskoordinate aufweist,
- jede Zelle mit einer in der hierarchischen Struktur überge-
ordneten Zelle durch eine Position ihrer Nullpunktskoordi-
nate in dem Koordinatensystem der übergeordneten Zelle ver-
knüpft ist.

15 5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
als standardisiertes Dateiaustauschformat GDSII ausgewählt
wird.

20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
als Meßgerät eines aus der Gruppe umfassend: ein Rasterelek-
tronenmikroskop, ein optisches Mikroskop zur Bestimmung der
Breite eines Strukturelementes, ein optisches Mikroskop zur
Bestimmung der Lagegenauigkeit eines Strukturelementes, ver-
wendet wird.

25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Verfahrensschritte für eine Anzahl von Strukturelementen
mit jeweils wenigstens einer Meßposition durchgeführt werden.

30 8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Schaltung ein Speicherzellenfeld 12 umfaßt.

9. Verfahren nach Anspruch 8,

durch gekennzeichnet, daß jeweils eine der zweiten Dateninformationen der Meßpositionen einem innerhalb eines Abstandes von $10 \mu\text{m}$ vom Rand des Speicherzellenfeldes gelegenen Strukturelement zugeordnet wird.

10. Schaltungsplan für eine Schaltung in einem standardisierten Dateiaustauschformat zur Übergabe an eine Anwendereinheit

für die Herstellung einer Maske und zur Messung einer charakteristischen Dimension eines auf der Maske gebildeten Strukturelementes, umfassend

- wenigstens ein in einem Belichtungsschritt auf einer Maske zu bildendes Strukturelement, welches durch eine erste Dateninformation umfassend eine Zuordnung einer Position zu einer Form mit einem Inhalt in dem Format repräsentiert ist,

- eine Meßposition zum Auffinden des zu bildenden Strukturelementes auf der Maske in einem Meßschritt in einem Meßgerät, wobei die Meßposition durch eine zweite Dateninformation umfassend eine Zuordnung der Meßposition zu keiner geometrischen Form oder zu einer geometrischen Form mit einem leeren Inhalt repräsentiert ist,

- wobei die durch die zweite Dateninformation repräsentierte Meßposition in einer Umgebung der Position der ersten Dateninformation gelegen ist.

11. Schaltungsplan nach Anspruch 9,

gekennzeichnet durch

eine Anzahl von zu bildenden Strukturelementen,

- die jeweils durch erste Dateninformationen repräsentiert sind, und

- denen jeweils durch zweite Dateninformationen repräsentierte Meßpositionen zugeordnet sind,

35 - wobei die zweiten Dateninformationen eine Anordnung mit periodischen Abständen in dem Schaltungsplan bilden.

Zusammenfassung

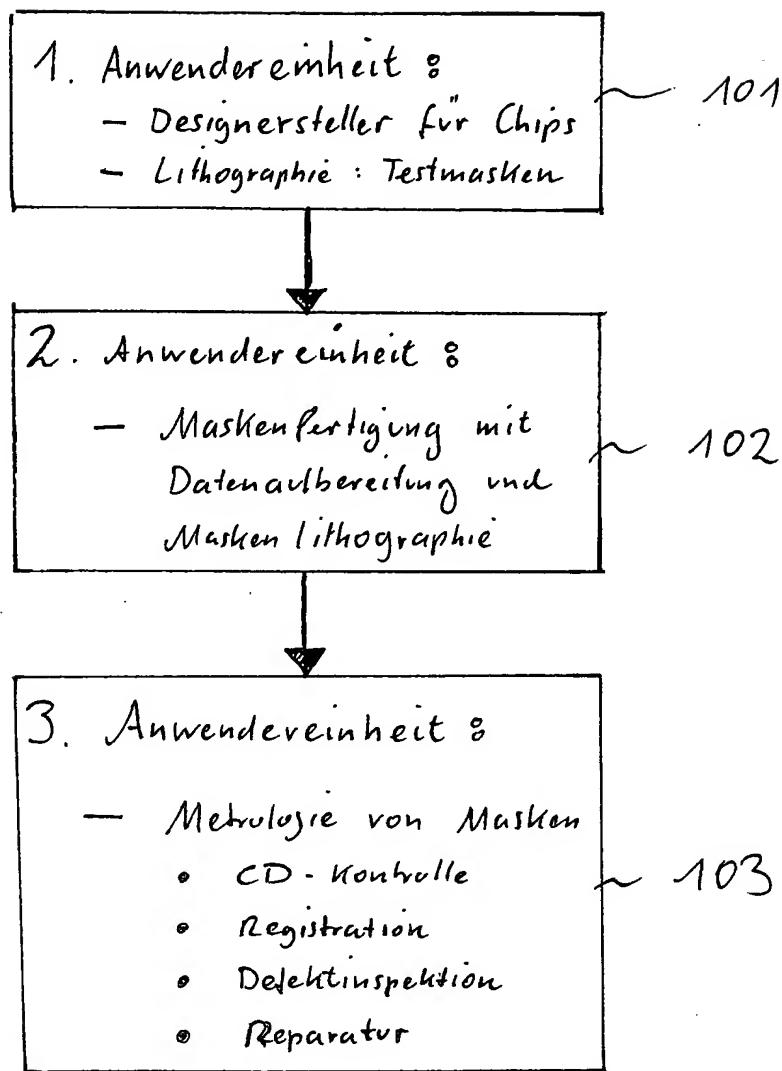
Verfahren zur Übergabe einer Meßposition eines auf einer Maske zu bildenden Strukturelementes

5

Eine Meßposition (20) zum Auffinden eines auf einer Maske zu bildenden Strukturelementes (18) für die Messung einer charakteristischen Dimension wie etwa die critical dimension (CD) wird als zweite Dateninformation in eine Austauschdatei, welche den Schaltungsplan (10) in einer hierarchischen Anordnung von die Strukturelemente (18) repräsentierenden ersten Dateninformationen bzw. Zellen eingefügt. Damit die zweiten Dateninformationen als virtuelle Strukturelemente nicht wie die ersten Dateninformationen als zu bildende Strukturelemente in die für eine Belichtung der Maske maßgebliche Steueranweisung aufgenommen werden, umfassen die zweiten Dateninformationen keine Zuordnung einer geometrischen Form zu der Meßposition, oder eine ihr zugeordnete Form besitzt die Transparenz des Hintergrundes, also keinen Kontrast bei der Belichtung. Es kann auch eine zweite Dateninformation derart hinzugefügt werden, daß sie einer Ebene zugeordnet wird, die nicht in eine Steueranweisung umgewandelt wird.

Figur 2

Fig. 1



P2002,0821

214

Fig. 2

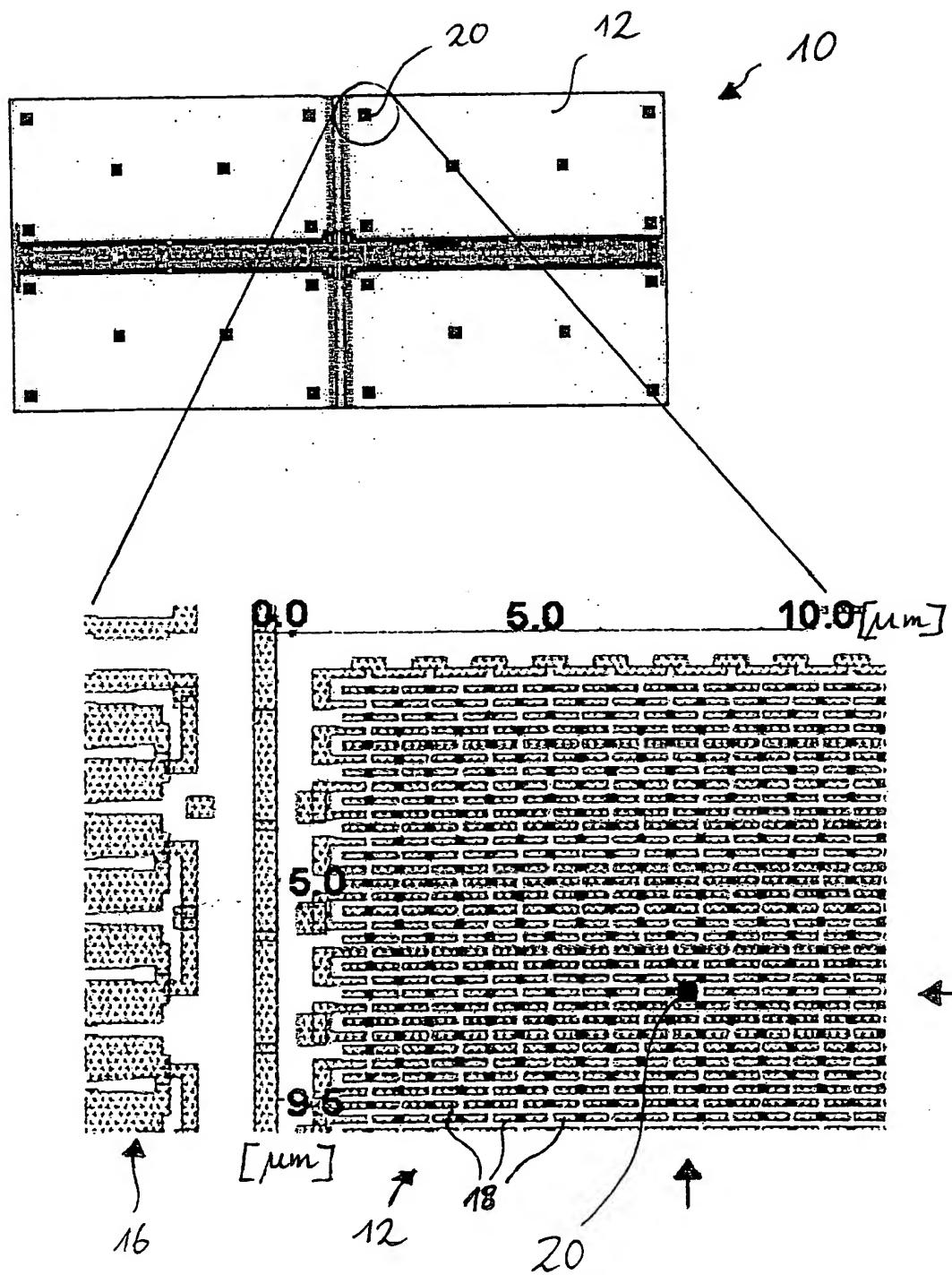


Fig. 3a

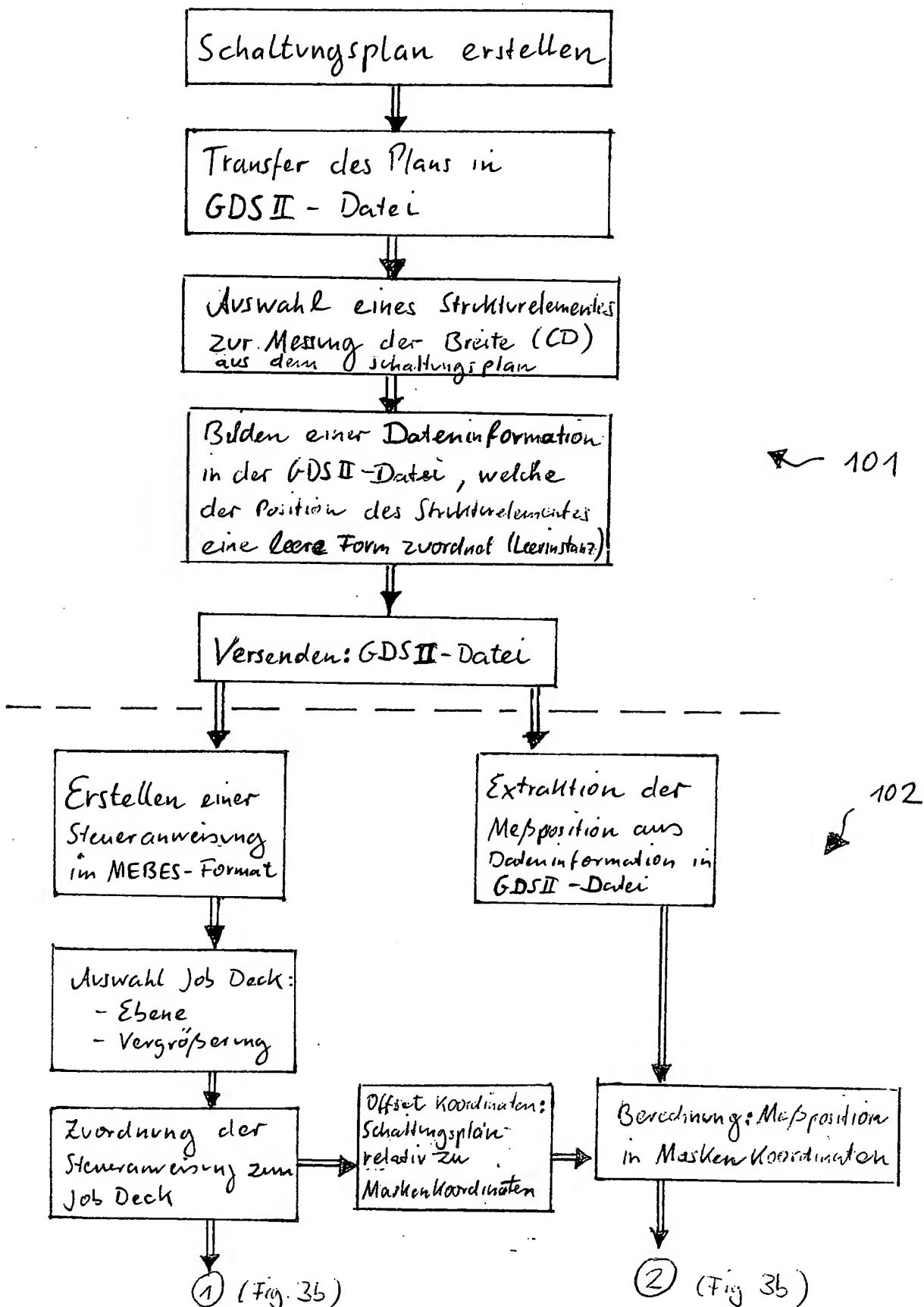
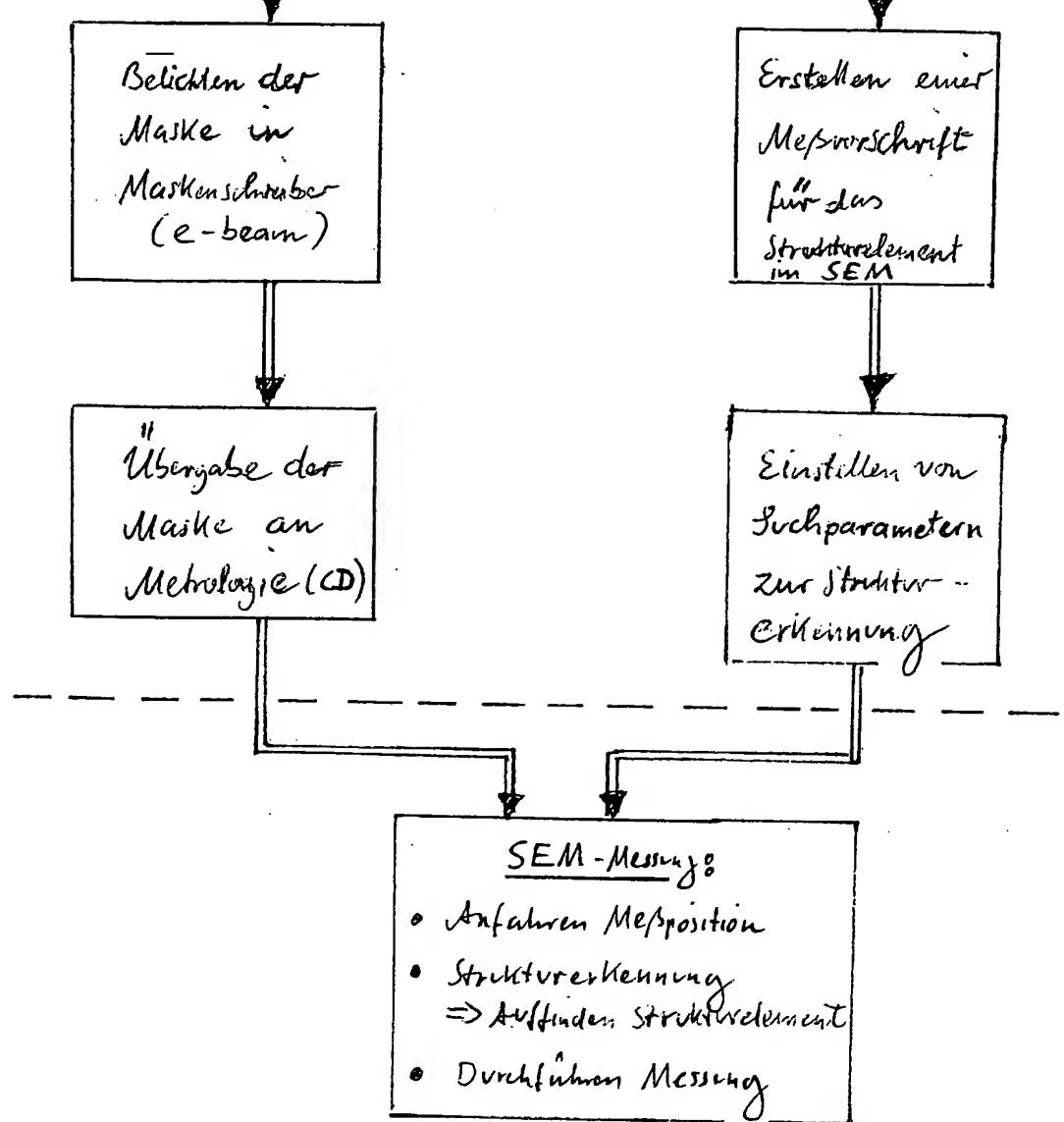


Fig. 3b

② (Fig. 3a)



102

103